德氏乳杆菌对宁乡猪生产性能、胴体性状及肉品质的影响

韦良开[1,2];李;瑞[1,2];刘;明[1,2];枉侯军[1,2];侯淑玲[1,2];侯改凤[1,2];黄兴国[1,2]

（1.湖南农业大学动物科学技术学院，长沙 410128；2.湖南畜禽安全生产协同创新中心，长沙，410128）

摘 要:本试验旨在研究德氏乳杆菌对宁乡猪生产性能、胴体性状及肉品质的影响。选用 48 头(33.28±1.15) kg 的宁乡猪，随机分为 2 组，每组 4 重复栏，每重复栏 6 头，对照组饲喂无抗基础饲粮，试验组饲喂在基础饲粮中添加 0.2%德式乳杆菌制剂的试验饲粮。试验猪分 2 个阶段饲喂，分别为 30~70 kg 和 71~100 kg。试验期 120 d。结果显示：生产性能方面，与对照组相比，2 个阶段中试验组猪的末重和平均日增重略有升高，料重比略有降低，但变化均不显著（P>0.05）；胴体性状方面，略有改善，但 2 组各指标间差异均不显著（P>0.05）；肉品质方面，与对照组相比，试验组猪宰后 45 min 的黄度值显著降低（P<0.05），宰后 24 h 的亮度值和失水率显著降低（P<0.05），其他各项指标差异不显著（P>0.05）。由此得知，饲粮中添加 0.2%德式乳杆菌制剂能够改善宁乡猪生产性能、胴体性状和肉品质。

关键词:德氏乳杆菌；宁乡猪；生产性能；胴体性状；肉品质

中图分类号：S828

随着社会发展和人们生活水平的提高，人们更加注重自身身体健康和优质食品营养补充，而猪肉作为重要的动物源食品之一，改善肉品质成为动物营养研究的热点。研究证明，乳酸菌在调节胃肠道生态平衡[1]、促进营养物质吸收[2]、增强免疫力[3]、提高动物生产性能[4]、改善肉品质[5]等方面具有良好的作用。宁乡猪是我国著名的地方脂肪型猪种，具有繁殖力高、抗逆性强、营养价值高等特点[6]。但是宁乡猪也存在脂肪沉积过多、生长速度慢、饲养周期长等缺点，降低了其经济效益，阻碍了其大范围的推广。德氏乳杆菌（*Lactobacillus delbrueckii*）属于乳杆菌属，在畜牧、食品、医药等行业具有广泛的应用前景。目前，德氏乳杆菌在猪业研究主要集中在瘦肉型猪种，在地方型脂肪型猪种鲜有研究。因此，本试验旨在研究饲粮中添加德氏乳杆菌对宁乡猪生产性能、胴体性状及肉品质的影响，探究德氏乳杆菌在宁乡猪的应用效果，为其在地方猪种中的推广提供指导，同时为通过饲粮的途径改善地方猪种的生产性能、胴体性状和肉品质提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

德氏乳杆菌由湖南农业大学动物科学技术学院微生物实验室提供,保藏号 M207038，活菌数≥2.0×10^{10} CFU/g。

1.2 试验饲粮

基础饲粮为玉米-豆粕型，参照 NY/T 65-2004 配制膨化粉料，结合宁乡猪生长特点设置30~70 kg 和 71~100 kg 2 个阶段的基础饲粮，其组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis) %

项目 Items	第 1 阶段 Stage Ⅰ(30~70 kg)	第 2 阶段 Stage Ⅱ（71~100 kg）
原料 Ingredients		
玉米 Corn	61.40	64.10
豆粕 Soybean meal	5.60	2.50
麦麸 Wheat bran	27.60	28.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.85	0.85
赖氨酸 Lys	0.52	0.54
沸石粉 Zeolite	1.73	1.72
石粉 Limestone	0.95	0.94
食盐 NaCl	0.30	0.30
双乙酸钠 SDA	0.05	0.05
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]		
消化能 DE/(MJ/kg)	12.14	12.16
粗蛋白质 CP	12.06	11.01
总赖氨酸 Total Lys	0.85	0.80
总蛋氨酸 Total Met	0.17	0.16
总苏氨酸 Total Thr	0.36	0.31
钙 Ca	0.60	0.59
总磷 TP	0.55	0.54
有效磷 AP	0.31	0.30
粗纤维 CF	4.27	4.20

[1)]预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following for per kg of diets：VA 4 060IU，VD_3 2 030 IU,VE 40.6 IU，VK_3 4.0 mg，VB_{12} 20.0 μg, VB_1 2.0mg，VB_2 8.0mg，泛酸 pantothenic acid 15.2 mg，烟酸 niacin 20.3 mg，氯化胆碱 choline choride 609 mg，Mn 61.8 mg，Fe 109.2 mg，Zn 104 mg，Cu 22 mg，I 0.3 mg，Se 0.31 mg。

2)营养水平均为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3 试验设计与样品采集

试验采用单因素随机试验设计。选取来源相似、胎次相同、日龄相近、体重为(33.28±1.15) kg 的宁乡花猪 48 头，按体重随机分成 2 组，每组 4 重复栏，每重复栏 6 头。对照组饲喂无抗基础饲粮，试验组饲喂在基础饲粮中添加 0.2%德式乳杆菌制剂的试验饲粮，试验期 120 d。试验结束后，空腹 24 h，自由饮水，每栏随机选取 1 头体重接近平均体重的宁乡猪进行屠宰。试验猪宰后进行胴体分割，去头、尾、蹄以及内脏后劈半保留左胴体，用于测定猪的胴体性状；同时取左胴体的背最长肌用于猪肉品质的测定。

1.4 饲养管理

饲养试验在湖南省长沙市宁乡县某养殖公司进行。试验期间，每天的 09:00 和 16:00 各喂料 1 次，猪自由采食和饮水，其他饲养管理及免疫程序采用猪场常规方法进行。

1.5 检测指标

1.5.1 生产性能

在试验的第 1、60 和 120 天对试验猪进行空腹称重，并计算每头猪的平均日增重（ADG）。试验期间每天按时观察猪的健康状况，记录每个重复中猪的耗料量，计算每头猪的平均日采食量（ADFI）。最后根据平均日增重（ADG）和 ADFI 计算料重比（F/G）。

1.5.2 胴体性状

参照《瘦肉型猪胴体性状测定技术规范》（NY/T 825-2004）测定试验猪的胴体重、脂率、屠宰率、背膘厚、皮厚和胴体长、瘦肉率和眼肌面积。

将左边胴体皮、骨、肥肉、瘦肉、板油剥离。肌内脂肪算作瘦肉不另剔除，皮肌、软骨和肌腱算作肥肉不另剔除。将皮、骨、肥肉、瘦肉、板油分别称重，瘦肉重量除以皮、骨、肥肉、瘦肉重量之和结果为瘦肉率，肥肉除以皮、骨、肥肉、瘦肉重量之和结果为脂率。板油重量除以胴体重量结果为板油率。

1.5.3 猪肉品质

参照《猪肌肉品质测定技术规范》（NY/T 821-2004）的方法，将背最长肌样品放入 4 ℃冰箱，于宰后 45 min 和 24 h 分别测定肌肉 pH、肉色等肉品质指标。肌肉的失水率使用数显式肌肉嫩度仪（C-LM3B）进行测定，肉色使用色度仪（CR-400）进行测定，系水力使用允许膨胀压缩仪（PY-1）进行测定，pH 使用酸度计（testo 205）进行测定，使用美制 NPPC

比色板（1991 版）5 级分制标准进行肉色和大理石纹评分。

1.5.4　背最长肌营养物质含量

将宁乡猪背最长肌从-20 ℃冰箱取出，切片后贴于塑料杯中，置于冷冻干燥机（LGJ-10C）中冷冻干燥 24 h，之后将样品取出进行粉样，保存待测。根据 GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品总脂肪含量测定》，测定背最长肌内脂肪含量。依据 GB/T9695.11—2008《肉与肉制品中氮含量测定》，用凯氏定氮仪测定背最长肌粗蛋白质含量。

1.5.5　背最长肌纤维直径和面积

按照杨培歌等[7]方法处理背最长肌组织，而后进行制片，苏木精-伊红（HE）染色，观察图片计算肌纤维直径和面积。

1.6　数据统计分析

试验数据用 Excel 2003 软件进行处理后，采用 SPSS 18.0 统计软件对 2 个组数据进行 *t* 检验分析，$P<0.05$ 为差异显著，$P<0.01$ 为差异极显著，结果以平均值±标准差表示。

2　结果与分析

2.1　德氏乳杆菌对宁乡猪生产性能影响

由表 2 可知，与对照组相比，在第 1 阶段中试验组猪的末重和平均日增重分别升高了 2.97%、3.99%（$P>0.05$），料重比降低了 2.92%（$P>0.05$）；第 2 阶段中试验组猪的末重和平均日增重分别升高了 2.33%、3.21%（$P>0.05$），料重比降低了 3.84%（$P>0.05$）；在全期试验中平均日增重升高了 2.17%（$P>0.05$），料重比降低了 2.27%（$P>0.05$）。

表 2　德氏乳杆菌对宁乡猪生产性能的影响

Table 2　Effects of *Lactobacillus delbrueckii* on performance of *Ningxiang* pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group	*P* 值 *P*-value
第 1 阶段 Stage Ⅰ			
始重 Initial weight/kg	32.84±1.47	33.73±0.63	0.31
末重 Final weight/kg	70.81±1.71	72.91±1.21	0.09
平均日增重 ADG/g	632.99±12.44	658.23±32.17	0.22
平均日采食量 ADFI/g	2382.29±102.41	2389.42±112.91	0.93
料重比 F/G	3.77±0.21	3.66±0.18	0.48
第 2 阶段 Stage Ⅱ			
末重 Final weight/kg	93.25±2.01	95.47±1.74	0.15
平均日增重 ADG/g	364.24±29.01	375.94±24.39	0.56
平均日采食量 ADFI/g	1601.62±84.30	1598.21±74.61	0.95
料重比 F/G	4.43±0.57	4.26±0.24	0.61

全期 Whole stage			
平均日增重 ADG/g	503.47±22.59	514.48±14.47	0.44
平均日采食量 ADFI/g	1991.96±88.40	1993.81±78.10	0.98
料重比 F/G	3.97±0.36	3.88±0.13	0.65

同行数据肩标相同字母或无字母表示差异不显著（*P*>0.05），不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05）。下表同。

In the same row, values with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05). The same as below.

2.2 德氏乳杆菌对宁乡猪胴体性状影响

由表 3 可知，与对照组相比，试验组胴体重、屠宰率、瘦肉率、眼肌面积、体直长、体斜长分别升高了 2.74%、1.51%、5.51%、5.12%、0.33%、4.92%，板油率、脂率、背膘厚、皮厚分别下降了 13.00%、2.13%、2.57%、10.85%，但变化均不显著（*P*>0.05）。

表 3 德氏乳杆菌对宁乡猪胴体性状的影响

Table 3 Effects of *Lactobacillus delbrueckii* on carcasss trait of *Ningxiang* pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group	*P* 值 *P*-value
宰前活重 Slaughter weight/kg	94.62±3.30	96.00±2.35	0.41
胴体重 Carcass weight/kg	70.40±8.56	72.33±2.58	0.68
屠宰率 Dressing rate/%	74.30±7.68	75.42±4.59	0.89
瘦肉率 Lean meat rate/%	33.22±2.31	35.05±1.76	0.25
脂率 Fat rate/%	46.57±3.42	45.58±3.54	0.64
板油率 Leaf lard rate/%	3.00±0.49	2.61±0.56	0.79
体直长 Body straight length/cm	75.75±2.87	76.00±2.58	0.90
体斜长 Body slanting length/cm	66.00±3.08	69.25±4.11	0.25
背膘厚 Backfat thickness/mm	50.92±4.81	49.61±1.44	0.62
皮厚 Skin thickness/mm	4.70±0.38	4.19±0.65	0.22
眼肌面积 Loin eye area/cm^2	20.52±1.94	21.57±1.39	0.41

2.3 德氏乳杆菌对宁乡猪肉品质的影响

由表 4 可知，与对照组相比，试验组猪宰后 45 min 肉的红度值、大理石纹评分分别增加了 6.98%、17.36%，但变化不显著（*P*>0.05）；亮度值、黄度值、肉色评分、pH、熟肉率、失水率分别降低了 0.29%（*P*>0.05）、22.70%（*P*<0.05）、3.56%（*P*>0.05）、0.45%（*P*>0.05）、2.40%（*P*>0.05）、9.72%（*P*>0.05）；试验组猪宰后 24 h 肉的红度值、肉色评分、大理石纹评分、pH 分别增加了 16.48%、4.17%、22.54%、0.45%，但变化不显著（*P*>0.05）（*P*>0.05）；亮度值、黄度值、熟肉率、失水率分别下降了 8.72%（*P*<0.05）、3.70%（*P*>0.05）、26.99%

（P>0.05）、13.33%（P<0.05）。

表 4　德氏乳杆菌对宁乡猪肉品质的影响

Table 4　Effects of *Lactobacillus delbrueckii* on meat quality of *Ningxiang* pigs

项目 Items		对照组 Control group	试验组 Experimental group	*P* 值 *P*-value
宰后 45 min 45 min after slaughter	亮度值 L* value	44.46±1.61	44.33±0.92	0.90
	红度值 a* value	8.02±0.40	8.58±0.79	0.26
	黄度值 b* value	3.70±0.47[b]	2.86±0.34[a]	0.03
	肉色评分 Meat color score	3.37±0.26	3.25±0.29	0.54
	大理石纹评分 Marbling score	2.88±0.63	3.38±0.48	0.25
	pH	6.63±0.18	6.60±0.39	0.90
	熟肉率 Cook meat rate/%	61.70±2.64	60.22±1.75	0.39
	失水率 Water loss rate/%	15.84±2.03	14.30±1.67	0.28
宰后 24 h 24 h after slaughter	亮度值 L* value	51.74±2.22[b]	47.23±1.89[a]	0.02
	红度值 a* value	7.04±1.41	8.20±1.27	0.27
	黄度值 b* value	4.32±0.34	4.16±0.52	0.63
	肉色评分 Meat color score	3.12±0.25	3.25±0.29	0.54
	大理石纹评分 Marbling score	2.75±0.50	3.37±0.25	0.07
	pH	5.41±0.03	5.43±0.10	0.71
	熟肉率 Cook meat rate/%	2.89±0.60	2.11±0.34	0.06
	失水率 Water loss rate/%	31.58±2.41[b]	27.37±2.08[a]	0.04

2.4　德氏乳杆菌对宁乡猪背最长肌营养物质含量的影响

由表 5 可知，与对照组相比，试验组猪背最长肌粗蛋白质含量增加了 1.01%，但变化不显著（P>0.05）；试验组猪背最长肌肌内脂肪含量降低了 1.68%，但变化不显著（P>0.05）。

表 5　德氏乳杆菌对宁乡猪背最长肌营养物质含量的影响

Table 5　Effects of *Lactobacillus delbrueckii* on nutrient contents of *longissimus dorsi* of *Ningxiang* pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group	*P* 值 *P*-value
粗蛋白质 CP	77.00±2.09	77.78±2.00	0.61
肌内脂肪 IMF	19.59±0.62	19.26±0.73	0.52

2.4　德氏乳杆菌对宁乡猪背最长肌肌纤维面积和直径的影响

由表 6 可知，试验组猪背最长肌肌纤维面积和直径分别比对照组降低了 8.43%、6.07%，但变化不显著（P>0.05）。

表 6　德氏乳杆菌对宁乡猪背最长肌肌纤维面积和直径的影响

Table 6　Effects of *Lactobacillus delbrueckii* on muscle fiber area and diameter of *longissimus*

dorsi of *Ningxiang* pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group	*P* 值 *P*-value
肌纤维面积 Myofiber area/μm^2	3 206.42±272.24	2 936.17±164.34	0.14
肌纤维直径 Myofiber diameter/μm	57.37±3.05	53.89±3.25	0.17

3 讨 论

3.1 德氏乳杆菌对宁乡猪生产性能的影响

研究表明，乳酸菌能产生乳酸降低肠道 pH，促进胃肠道有益菌的生长，使消化道微生物区系中有益菌占优势；同时还能产生营养物质和消化酶，提高动物体对营养物质的消化吸收，进而提高动物的生产性能[8-10]。Dowarah 等[11]试验表明，乳酸菌能显著提高生长育肥猪的平均日增重和平均日采食量，同时显著降低料重比。张乃锋等[12]研究发现，在生长猪饲粮中添加植物乳杆菌 GF103，能够提高生长猪的饲料转化率和生长速度。Chen 等[13]研究指出，在生长猪的饲粮中添加嗜酸乳杆菌和芽孢杆菌复合物，能显著提高的猪的平均日增重。在本研究中，试验组猪在第 1 阶段和第 2 阶段中末重和平均日增重有升高的趋势，料重比有下降趋势，这与李瑞等[14]研究结果一致。这可能是由于德氏乳杆菌可以赋予饲料的酸香味，提高饲粮的适口性；猪食入德氏乳杆菌后，德氏乳杆菌定植在消化道，调节微生态平衡，增加肠绒毛深度和隐窝深度，增大对营养物质的吸收面积，进而提高猪的生产性能。

3.2 德氏乳杆菌对宁乡猪动胴体性状的影响

猪的胴体性状主要由屠宰率、瘦肉率、眼肌面积和背膘厚 4 项指标来反映。研究表明，饲粮中添加乳酸菌对猪的胴体性状具有改善作用[15]。侯改凤等[5]研究表明，在饲粮中添加 0.1%德氏乳杆菌能使生长育肥猪眼肌面积和瘦肉率提高，背膘厚降低。何叶如[16]在研究几种绿色饲料添加剂对生长育肥猪的生产性能、消化机能和猪肉品质的影响中发现，含有乳酸菌的微生态制剂有提高猪的眼肌面积的趋势。本研究发现，试验组猪瘦肉率和眼肌面积及瘦肉率得到提升，同时脂率降低，表明德氏乳杆菌能改善猪的胴体性状。可能与乳酸菌能在动物体内能产生多种活性成分，将脂肪酶激活，促进脂肪的分解和能量的释放，抑制糖类氧化和转化，提高体内蛋白质含量有关[17-19]。其具体原因还需要进一步试验探究。

3.3 德氏乳杆菌对宁乡猪肉品质的影响

猪肉食用品质和适口性决定着消费者对肉的接受程度，食用品质和适口性通过 pH、大理石纹、肉色、嫩度等猪肉品质评定指标来反映[20]。诸多研究发现，乳酸菌能够缓解猪肌肉 pH 的下降和改善肉色，减少肌肉滴水损失和蒸煮损失，提高系水力，降低剪切力，改善猪肉品质[21-23]。Meng 等[24]在研究益生菌对生长育肥猪生产性能、养分消化率和肉品质的影响时发现，益生菌能提高生长育肥猪的肉色评分和肉色红度值。韦良开等[25]发现，使用含乳酸菌的微生态制剂饲喂育肥猪能显著降低猪肉的贮存损失，且大理石纹评分、肉色评分、系水力均得到提升。本研究结果显示，试验组猪宰后 45 min 黄度值和 24 h 亮度值及失水率显著低于对照组，这与前人研究结果[26-27]相类似。表明添加一定量的德氏乳杆菌能一定程度上改善猪肉品质，这可能与乳酸菌能提升消化道对营养物质的吸收效率，进而调控机体营养物质组成有关，具体原因仍需要进一步的研究。

3.4 德氏乳杆菌对宁乡猪背最长肌营养物质含量和肌纤维特性的影响

营养物质的含量是评价肌肉品质的重要指标，肌肉组织中营养物质含量的变化，尤其肌内脂肪和蛋白质含量的变化，直接影响肉品感观性状和营养特性[28]。肌内脂肪是肉质细嫩多汁和良好口感的物质基础，肌内脂肪增加时，肉色鲜亮且嫩度、多汁性及风味都有改善[29]。本研究发现，饲粮中添加德氏乳杆菌能提高背最长肌的粗蛋白质含量，降低背最长肌肌内脂肪含量，这与侯改凤等[5]研究相类似，表明德氏乳杆菌能够改善猪背最长肌营养物质的沉积。

大量研究表明，肌纤维越细，肉质越嫩；肌纤维越粗，肉质越差。随着年龄的增大，肌纤维的面积逐渐增大。研究发现，杜长大、大白、长白等国外瘦肉型杂交猪种的肌纤维直径一般为 54~73 μm，我国地方品种猪的肌纤维直径为 44~57 μm[30]。本研究发现，试验组猪背最长肌纤维直径和面积呈下降趋势。这可能与德氏乳杆菌能调整结缔组织和肌内脂肪的含量，从而影响宁乡猪背最长肌的肌纤维特性有关。

4 结　论

饲粮中添加 0.2%德式乳杆菌制剂能够改善宁乡猪生产性能、胴体性状和肉品质。

参考文献：

[1] PIEPER R,JANCZYK P,URUBSCHUROV V,et al.Effect of Lactobacillus plantarum on intestinal microbial community composition and response to enterotoxigenic Escherichia coli challenge in weaning piglets[J].Livestock Science,2010,133(1/2/3):98–100.

[2] CAI C J,CAI P P,HOU C L,et al.Administration of Lactobacillus fermentum I5007 to young piglets improved their health and growth[J].Journal of Animal and Feed Sciences,2014,23(3):222–27.

[3] BREMÚDEZ-HUMARÁN L G.*Lactococcus lactis* as a live vector for mucosal delivery of therapeutic proteins[J].Human Vaccines,2009,5(4):264–267.

[4] GIANG H H,VIET T Q,OGLE B,et al.Growth performance,digestibility,gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with potentially probiotic complexes of lactic acid bacteria[J].Livestock Science,2010,129(1/2/3):95–103.

[5] 侯改凤,李瑞,刘明,等.德氏乳杆菌对育肥猪胴体性状及肉品质的影响[J].动物营养学报,2016,28(6):1814–1822.

[6] 《中国猪品种志》编写组.中国猪品种志[M].上海:上海科学技术出版社,1986 .

[7] 杨培歌,冯跃进,郝月,等.持续高温应激对肥育猪生产性能、胴体性状、背最长肌营养物质含量及肌纤维特性的影响[J].动物营养学报,2014,26(9):2503–2512.

[8] ZOETENDAL E G,COLLIER C T,KOIKE S,et al.Molecular ecological analysis of the gastrointestinal microbiota:a review[J].The Journal of Nutrition,2004,134(2):465–472.

[9] DABIS M E,BROWN D C,BAKER A,et al.Effect of direct-fed microbial and antibiotic supplementation on gastrointestinal microflora,mucin histochemical characterization,and immune populations of weanling pigs[J].Livestock Science,2007,108(1/2/3):249–253.

[10] BROOM L J,MILLER H M,KERR K G,et al.Effects of zinc oxide and *Enterococcus faecium* SF68 dietary supplementation on the performance,intestinal microbiota and immune status of weaned piglets[J].Research in Veterinary Science,2006,80(1):45–54.

[11] DOWARAH R,VERMA A K,AGRAWAL N,et al.Effect of swine based probiotic on performance,diarrhoea scores,intestinal microbiota and gut health of grower-finisher crossbred pigs[J].Livestock Science,2016,195:74–79.

[12] 张乃锋,王杰,崔凯,等.植物乳杆菌 GF103 对生长猪生长性能、营养物质消化率及粪便微生物数量的影响[J].动物营养学报,2015,27(6):1853–1860.

[13] CHEN Y J,SON K S,MIN B J,et al.Effects of dietary probiotic on growth

performance,nutrients digestibility,blood characteristics and fecal noxious gas content in growing pigs[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2005,18(10):1464–1468.

[14] 李瑞,侯改凤,刘明,等.德氏乳杆菌对育肥猪生产性能、血脂指标及粪和组织中总胆固醇和总胆汁酸含量的影响[J].动物营养学报,2015,27(1):247–255.

[15] JUKUA C,JUKNA V,ŠIMKUS A.The effect of probiotics and phytobiotics on meat properties and quality in pigs[J].Veterinarija ir Zootechnika,2005,29(51):80–84.

[16] 何叶如.几种绿色饲料添加剂对生长肥育猪的生产性能、消化机能和猪肉品质的研究[D].硕士学位论文.兰州:甘肃农业大学,2003.

[17] 孙建广,何秀丽,韩金刚.益生菌对畜禽胴体性状及肉品质的影响研究进展[J].江西饲料,2015(2):9–13.

[18] ZANNI E,LAUENZI C,SCHIFANO E,et al.Impact of a complex food microbiota on energy metabolism in the model organism Caenorhabditis elegans[J].BioMed Research International,2015,2015:621709.

[19] GOERL K F,EILERT S J,MANDIGO R W,et al.Pork characteristics as affected by two populations of swine and six crude protein levels[J].Journal of Animal Science,1995,73(12):3621–3626.

[20] 尹佳,毛湘冰,余冰,等.饲粮纤维源对育肥猪生长性能、胴体组成和肉品质的影响[J].动物营养学报,2012,24(8):1421–1428.

[21] LIU T Y,SU B C,WANG J L,et al.Effects of probiotics on growth,pork quality and serum metabolites in growing-finishing pigs[J].Journal of Northeast Agricultural University (English Edition),2013,20(4):57–63.

[22] SUO C,YIB Y S,WANG X N,et al.Effects of *Lactobacillus plantarum* ZJ316 on pig growth and pork quality[J].BMC Veterinary Research,2012,8:89.

[23] LI Y J,Li J L,ZHANG L,et al.Effects of dietary energy sources on post *Mortem* glycolysis,meat quality and muscle fibre type transformation of finishing pigs[J].PLoS One,2015,10(6):e0131958.

[24] MENG Q W,YAN L,AO X,et al.Influence of probiotics in different energy and nutrient

density diets on growth performance,nutrient digestibility,meat quality,and blood characteristics in growing-finishing pigs[J].Journal of Animal Science,2010,88(10):3320–3326.

[25] 韦良开,李瑞,侯改凤,等.微生态制剂对肥育猪胴体性状及肉品质的影响[J].养猪,2016(4):49–52.

[26] 胡新旭,周映华,卞巧,等.无抗发酵饲料对生长育肥猪生产性能、血液生化指标和肉品质的影响[J].华中农业大学学报,2015,34(1):72–77.

[27] 刘金阳,王在贵,张宏福,等.益生菌与饲粮组合效应对苏淮猪生长性能、胃肠道 pH 和肉品质的影响[J].畜牧兽医学报,2014,45(10):1648–1655.

[28] FERNANDEZ X,MONIN G,TALMANT A,et al.Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat—1.Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of m.*longissimus lumborum*[J].Meat Science,1999,53(1):59–65.

[29] ARORA T,SINGH S,SHARMA R K.Probiotics:interaction with gut microbiome and antiobesity potential[J].Nutrition,2013,29(4):591–596.

[30] ZANG Y Q,WEI S D,WANG H,et al.Studies on meat quality properties of Shandong native pig breed[C]//Proceedings of international conference on pig production.Beijing:Inter Acad Publishers,1998:663–666.

Effects of *Lactobacillus delbrueckii* on Performance， Carcass Trait and Meat Quality of *Ningxiang* Pigs

WEI Liangkai[1,2] LI Rui[1,2] LIU Ming[1,2] WANG Houjun[1,2] HOU Shuling[1,2] HOU Gaifeng[1,2] HUANG Xingguo[1,2*]

(1. *College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha* 410128, *China*; 2. *Hunan Co-Innovation Center of Animal Production Safety, Changsha* 410128, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of *Lactobacillus delbrueckii* on performance, carcass trait and meat quality of *Ningxiang* pigs. Forty eight *Ningxiang* pigs with an average body weight of (33.28±1.15) kg were randomly distributed into 2 groups with 4 pens of replicates per group and 6 pigs per pen of replicate. Pigs in control group were fed a basal diet

*Corresponding author, professor, E-mail: huangxi8379@aliyun.com （责任编辑 王智航）

without antibiotics, while others in experimental group were fed the basal diet supplemented with 0.2% *Lactobacillus delbrueckii*. Pigs were fed for two stages， which were 30 to 70 kg and 71 to 100 kg. The experiment period lasted for 120 days. The results showed as follows: in the aspects of performance, compared with control group, final weight and average daily gain of pigs in experimental group were increased at two stages, and the ratio of feed to gain was decreased, but the changes were not significant ($P>0.05$); in terms of carcass trait, improvement was found, but no significant differences were found in indexes between groups ($P>0.05$); in terms of meat quality, compared with control group, 45 minutes after slaughter, yellowness value of experimental group was significantly decreased ($P<0.05$), and 24 hours after slaughter, lightness value and water loss rate of experimental group were significantly increased ($P<0.05$), there were no significant differences in the other indexes between groups ($P>0.05$). In conclusion, the addition of 0.2% *Lactobacillus delbruamii* in diets for *Ningxiang* pigs can improve performance and carcass trait and meat quality.

Key words: *Lactobacillus delbrueckii*; *Ningxiang* pig; growth performance; carcass trait; meat quality